

(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 795 927 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.09.1997 Patentblatt 1997/38

(51) Int. Cl.⁶: **H01Q 17/00**

(21) Anmeldenummer: 96118960.2

(22) Anmeldetag: 27.11.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE GB IT LU

(30) Priorität: 15.03.1996 DE 19610197

(71) Anmelder: **Daimler-Benz Aerospace
Aktiengesellschaft
81663 München (DE)**

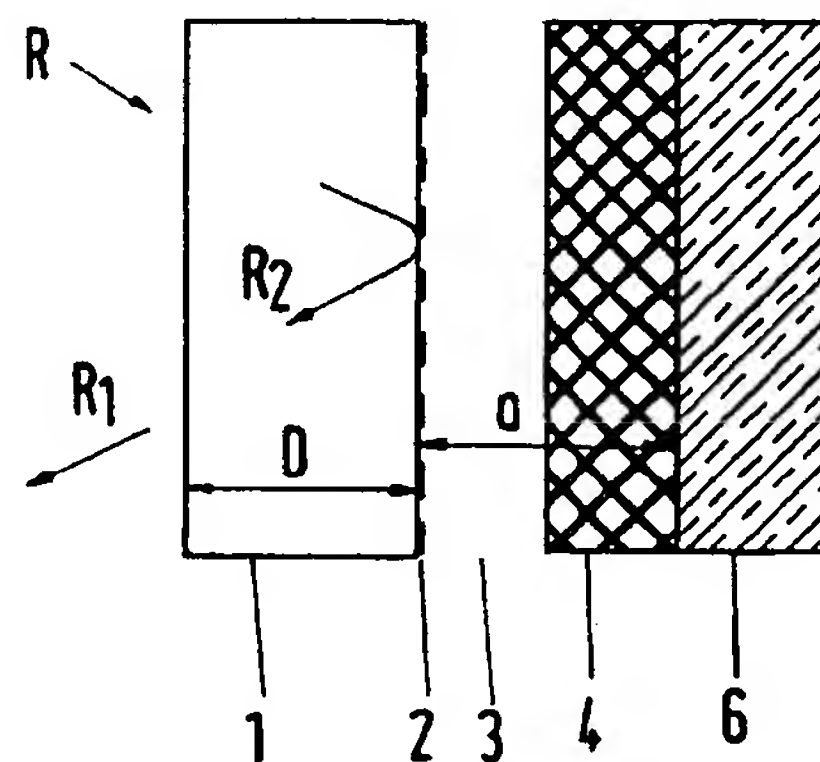
(72) Erfinder:

- Frye, Andreas, Dr.
28816 Stuhr (DE)
- Gerke, Heimfrid, Dr.
28199 Bremen (DE)

(54) **Elektromagnetische Wellen absorbierender Fassadenaufbau von Gebäuden**

(57) Der beschriebene Fassadenaufbau von Gebäuden unterdrückt einfallende Radarwellen mittels der Interferenzauslöschung. Die Bauweise der Fassade ist auf das Wesentliche reduziert, sie besteht nur noch aus der Fassadenplatte und einer dahinter angeordneten elektrischen Widerstandsschicht.

Fig.1



EP 0 795 927 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Fassadenaufbau von Gebäuden, deren Wände auftreffende elektromagnetische Wellen reflektieren, wobei eine im Abstand zur Gebäudewand angeordnete Fassadenschicht, ggf. unter Zwischenschaltung einer Wärmedämmschicht, vorgesehen ist und wobei im Bereich der Fassadenschicht eine elektrische Widerstandsschicht angeordnet ist.

Aus der EP 0 405 077 A1 ist bereits ein Fassadenaufbau für Hochbauten bekanntgeworden, bei dem eine reflektierende Fläche auf der Gebäudewand vorgesehen ist. Im Abstand von etwa $\frac{1}{4}$ der Wellenlänge der auftreffenden elektromagnetischen Wellen ist eine elektrische Widerstandsschicht mit einem Flächenwiderstand im Bereich von 300 bis 1200 Ω/\square angeordnet. Diese Widerstandsschicht wird auf der Fassadenaußenschale angebracht, die aus einem Material mit geringer Transmissionsdämpfung besteht. Diese Bauweise hat sich im praktischen Betrieb bewährt, sie weist jedoch den Nachteil auf, daß neben der ohnehin benötigten Fassadenaußenschale noch weitere elektrische Funktionselemente wie beispielsweise die auf der Gebäudewand angebrachte reflektierende Fläche installiert werden müssen. Im Bauwesen ist man jedoch bestrebt, auch bei radarabsorbierenden Fassaden die Bauweise so einfach wie möglich zu gestalten.

Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung, einen radarabsorbierenden Fassadenaufbau von Gebäuden anzugeben, bei dem eine zusätzliche reflektierende Schicht entfällt und dennoch eine Reflexionsunterdrückung nach dem Interferenzprinzip stattfindet, wobei gleichzeitig die übliche Fassadengestaltung ermöglicht wird.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß dadurch, daß die Widerstandsschicht einen Flächenwiderstand im Bereich von 10 bis 300 Ω/\square aufweist und daß die Fassadenschicht aus einem Baustoff mit der Dicke von etwa $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{3}$ der Wellenlänge der elektromagnetischen Wellen im Baustoff besteht. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des Fassadenaufbaus sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Der besondere Vorteil der vorgeschlagenen radarabsorbierenden Fassadenbauweise ist darin zu sehen, daß sie sich von einer nichtabsorbierenden Bauweise nur noch durch die Anordnung der elektrischen Widerstandsschicht unterscheidet. Als Fassadenaußenschale können die sonst üblichen Baustoffe wie Ziegel, Keramik, Glas, Natur- oder Sandstein oder auch Schichtpreßstoffe oder Faserverbundwerkstoffe Verwendung finden. Somit werden die baubehördlichen Auflagen und die architektonischen Anforderungen an das Erscheinungsbild der Fassade erfüllt.

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung schematisch vereinfacht dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 einen Schnitt durch einen Fassadenaufbau;

Fig. 2 einen Schnitt durch einen Fassadenaufbau in erweiterter Form.

Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 ist eine Fassadenschicht 1 vor einer Gebäudewand 6 in einem Abstand a aufgehängt. Innerhalb des Abstandes a ist eine Luftschicht 3 und eine wärmedämmende Isolationsschicht 4 vorgesehen. Auf der der Gebäudewand 6 zugewandten Innenseite der Fassadenschicht 1 ist eine elektrische Widerstandsschicht 2 angebracht.

Diesem Fassadenaufbau liegt die Erkenntnis zugrunde, daß auf eine zusätzliche reflektierende Schicht, die bei den bisher üblichen Fassadenbauweisen auf der Gebäudewand 6 befestigt war, verzichtet werden kann, wenn eine elektrische Widerstandsschicht 2 mit einem Flächenwiderstand im Bereich zwischen 10 und 300 Ω/\square verwendet wird. Zusätzlich werden die physikalischen Parameter der Fassadenschicht 1 genutzt, um eine Interferenzlöschung der einfallenden elektromagnetischen Welle R zu erreichen. Die physikalischen Parameter der elektrischen Widerstandsschicht 2 werden an das vorgegebene Fassadenmaterial angepaßt. Die Absorptionfähigkeit der Kombination aus Fassadenverkleidungswerkstoff und elektrischer Widerstandsschicht wird wesentlich durch die Schichtdicke der Fassadenverkleidung und durch die qualitativen Eigenschaften der elektrischen Widerstandsschicht bestimmt. Als Material für die Fassadenschicht 1 wird ein Baustoff gewählt, dessen Dicke D mit Hinblick auf den zu absorbierenden Frequenzbereich der einfallenden elektromagnetischen Wellen etwa 15 bis 80 mm beträgt. Der Baustoff selbst weist eine mittlere bis hohe Dielektrizität und Permeabilität auf. Daraus ergeben sich niedrige bis mittlere dielektrische Verluste für die den Baustoff durchlaufenden Wellenanteile.

Die erwünschte Reflexionsunterdrückung der einfallenden elektromagnetischen Welle R läuft folgendermaßen ab. Eine Radarwelle R im Frequenzbereich von etwa 1 GHz trifft in einem bestimmten Winkelbereich auf die außenseitige Oberfläche der Fassadenschicht 1 auf. Aufgrund der Oberflächenreflektivität des Baustoffes wird ein bestimmter Anteil R_1 der Welle R an der Außenseite der Fassade reflektiert. Der in den Baustoff der Fassade 1 eindringende Anteil R_2 unterliegt der Transmissionsdämpfung des Fassadenmaterials, die bei der gegebenen Materialdicke D etwa eine Größenordnung von 5 bis 40 % hat. Der eindringende Wellenanteil R_2 erreicht die elektrische Widerstandsschicht 2 und wird dort aufgrund des niedrigen Flächenwiderstandes reflektiert. Der zurückgeworfene Wellenanteil R_2 weist beim Wiederaustritt aus der Fassadenschicht 1 eine Phasenverschiebung von etwa $\lambda/2$ gegenüber dem unmittelbar reflektierten Wellenanteil R_1 auf, so daß eine Interferenzauslöschung eintritt, die die Reflexion der Fassade weitgehend unterdrückt. In der Praxis wird bei Frequenzen um 1 GHz eine Reflexionsdämpfung von mindestens 20 dB erzielt. Das heißt, daß weniger als 1 % der einfallenden Energie wieder reflektiert wird.

Die elektrische Widerstandsschicht 2 weist eine sehr geringe Durchlässigkeit auf, die den in die Fassadenschicht 1 eindringenden Wellenanteil R_2 betrifft. Die sich daraus ergebenden Rückwirkungen beeinflussen jedoch nicht die Reflexionsdämpfungseigenschaften der Fassadenverkleidung. Aus diesem Grund ist es möglich, das Isoliermaterial 4 - wie in Fig. 2 dargestellt - in Metallkassetten 5 zu fassen, die der Gebäudewand 6 vorgehängt werden. Dies beeinflusst die Absorptionseigenschaft des Fassadenaufbaus ebenso wenig wie die tatsächliche Reflexionsfähigkeit der Gebäudewand 6.

Die Fassadenschicht 1 ist gemäß Fig. 1 einschichtig ausgeführt. Sie kann aber auch, wie in Fig. 2 gezeigt, zwei- oder mehrschichtig als Sandwichelement gefertigt sein. Als Baustoff für die Fassadenschicht eignen sich Natur- oder Sandstein genauso gut wie Ziegel, Keramiken oder Glas. Alternativ sind auch Fassadenplatten aus einem Schichtpreßstoff, der aus mit Kunstharz imprägnierten verpreßten Zellulosefäden besteht, oder aus einem Faserverbundwerkstoff verwendbar.

Die elektrische Widerstandsschicht kann aus einem mit leitfähigem Material ausgerüsteten Vlies bestehen. Alternativ wird das Vlies selbst aus elektrisch leitfähigen Fasern hergestellt oder es wird mittels im Vliesmaterial inkorporierten Rußes eine Widerstandsschicht erzeugt. Schließlich kann die Widerstandsschicht durch einen Film aus elektrisch und/oder magnetisch leitfähigen Metallpartikeln gebildet werden.

Mit dem beschriebenen Fassadenaufbau werden Gebäude verkleidet, die große geometrische Abmessungen und damit großflächige ebene oder gekrümmte Konturen aufweisen. Diese Fassadenbauweise ist besonders für Gebäude geeignet, die in unmittelbarer Nähe von Richtfunkanlagen oder Flugsicherungseinrichtungen (Airport Surveillance Radar) stehen. Mit Hilfe der Verkleidung dieser Gebäude werden Radarreflexionen vermieden, die die Übertragungsqualität von Richtfunkstrecken bzw. die Funktion einer Flugsicherungsanlage bei der Flugzeugidentifikation und -führung empfindlich beeinträchtigen würden.

Patentansprüche

1. Fassadenaufbau von Gebäuden, deren Wände auftretende elektromagnetische Wellen reflektieren, wobei eine im Abstand zur Gebäudewand angeordnete Fassadenschicht, ggf. unter Zwischenschaltung einer Wärmedämmschicht, vorgesehen ist und wobei im Bereich der Fassadenschicht eine elektrische Widerstandsschicht angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Widerstandsschicht (2) einen Flächenwiderstand im Bereich von 10 bis 300 Ω/\square aufweist und daß die Fassadenschicht (1) aus einem Baustoff mit einer Dicke (D) von etwa 1/10 bis 1/3 der Wellenlänge der elektromagnetischen Wellen im Baustoff besteht.
2. Fassadenaufbau nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die elektrische Widerstands-

schicht (2) auf der Innenseite der Fassadenschicht (1) aufgebracht ist.

3. Fassadenaufbau nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die elektrische Widerstandsschicht (2) innerhalb der Fassadenschicht (1) angeordnet ist, wobei die Dicke (d) des außenseitigen Teils der Fassadenschicht etwa 1/10 bis 1/3 der Wellenlänge der elektromagnetischen Wellen im Baustoff beträgt.
4. Fassadenaufbau nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Fassadenschicht (1) aus einem Baustoff mit einer mittleren bis hohen, komplexen Dielektrizitätskonstanten (etwa: $3 < \epsilon_r < 100$) und mit einer mittleren bis hohen, komplexen Permeabilität (etwa: $1 < \mu_r < 10$) besteht.
5. Fassadenaufbau nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Baustoff keramisches Material oder Glas verwendet wird.
6. Fassadenaufbau nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Baustoff Ziegel, Naturstein oder Sandstein verwendet wird.
7. Fassadenaufbau nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Baustoff Faserzement verwendet wird.
8. Fassadenaufbau nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Baustoff ein Schichtpreßstoff aus mit Kunstharzen imprägniertem und verpreßtem Zellulosematerial verwendet wird.
9. Fassadenaufbau nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die elektrische Widerstandsschicht (2) aus einem mit elektrisch leitfähigem Material ausgerüsteten Vlies oder einem textilen Flächengebilde besteht.
10. Fassadenaufbau nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die elektrische Widerstandsschicht (2) durch ein Vlies mit inkorporiertem Ruß gebildet ist.
11. Fassadenaufbau nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die elektrische Widerstandsschicht (2) ein Vlies aus elektrisch leitfähigen Fasern ist.
12. Fassadenaufbau nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die elektrische Widerstandsschicht (2) aus einem Film aus elektrisch leitfähigen und/oder magnetischen Materialpartikeln besteht.

13. Fassadenaufbau nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Fassade (1) aus einem Sandwich-Element gebildet ist.

5

14. Fassadenaufbau nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Bereich zwischen der Gebäudewand (6) und der Fassade (1) Wärmedämm-Material (4) angeordnet ist.

10

15. Fassadenaufbau nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß auf der Gebäudewand (6) Metallkassetten (5) zur Aufnahme und Halterung von Isoliermaterial (4) angebracht sind.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig.1

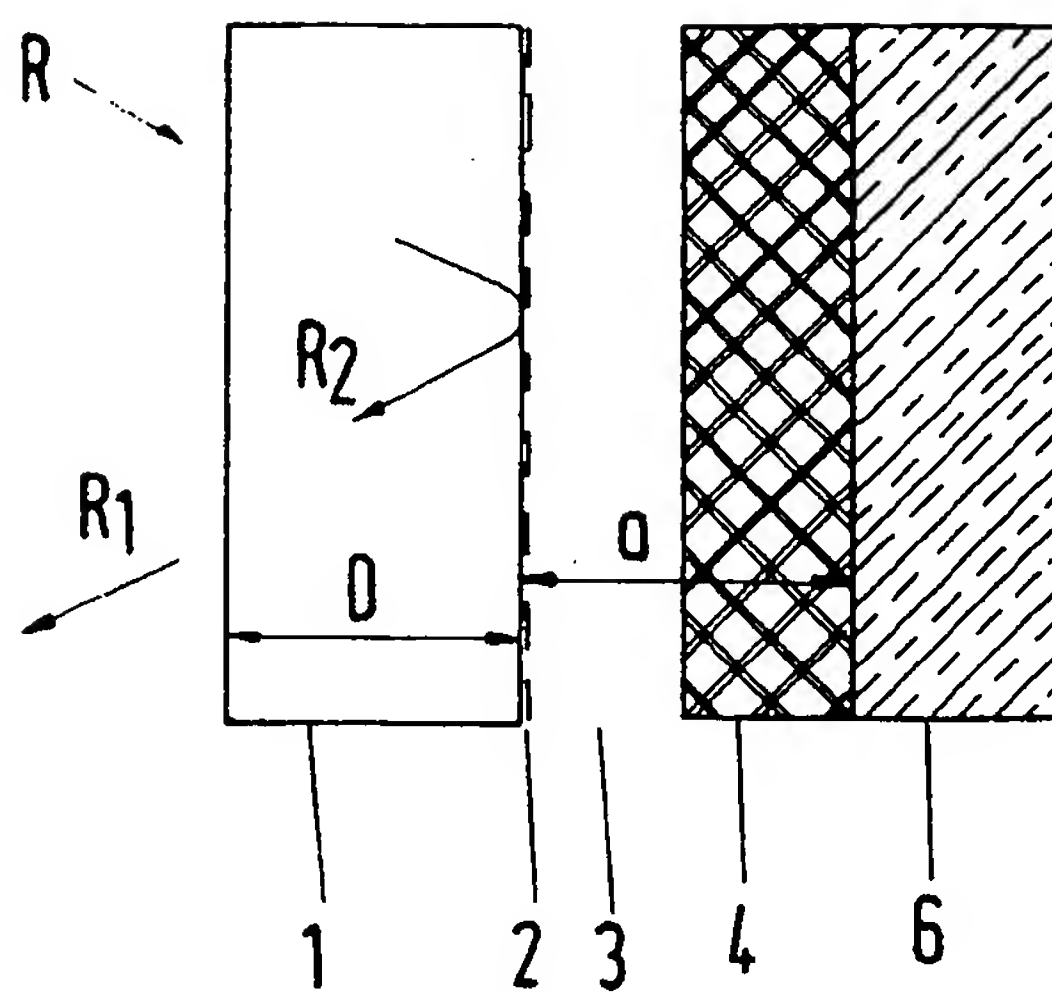
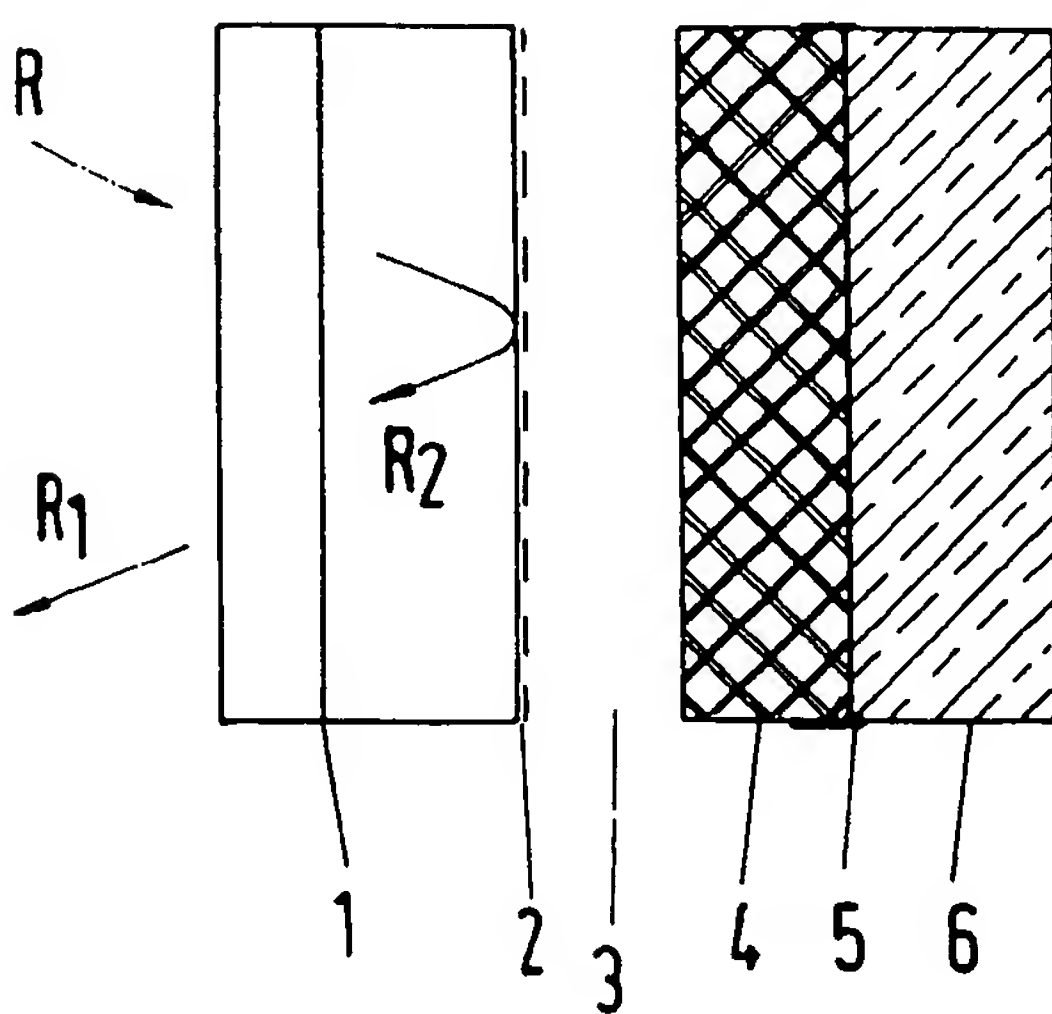


Fig.2





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 96 11 8960

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
Y	EP 0 677 888 A (TDK CORP) 18.Oktober 1995 * Spalte 6, Zeile 24 - Spalte 7, Zeile 5; Abbildungen 9,10 *	1	H01Q17/00
Y	EP 0 443 564 A (BUCHTAL GMBH) 28.August 1991 * Spalte 2, Zeile 8 - Zeile 45; Anspruch 1; Abbildung 1 *	1	
A	EP 0 397 967 A (GRUENZWEIG & HARTMANN MONTAGE) 22.November 1990 * Spalte 3, Zeile 24 - Zeile 39; Abbildung 1 *	2	
Y	* Spalte 3, Zeile 41 - Zeile 54 *	5-8	
Y	PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY, DALLAS, AUG. 9 - 13, 1993, Nr. -, 9.August 1993, INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, Seite 168/169 XP000427678 IYER V R ET AL: "A TITANIUM-DIOXIDE BASED CERAMIC COMPOSITE DISPERSED WITH CONDUCTING INCLUSIONS AS AN EMI SHIELDING MATERIAL" * das ganze Dokument *	5-8	
A	DE 93 16 963 U (G + H MONTAGE GMBH) * Seite 4, Zeile 17 - Zeile 34; Abbildung 1 *	1	
D,A	EP 0 405 077 A (MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM) 2.Januar 1991 * Anspruch 7 *	10	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 19.Juni 1997	Prüfer Breusing, J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 150 (3.12.1994) (P0400)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 96 11 8960

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	EP 0 456 554 A (SAINT GOBAIN ISOVER ;GRUENZWEIG HARTMANN GLASFASER (DE)) 13.November 1991 * Spalte 3, Zeile 33 - Zeile 50; Abbildung 1 *	15	
A	--- US 5 146 047 A (NAGATA KOUJI ET AL) 8.September 1992 * Zusammenfassung; Abbildung 3 * -----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 19.Juni 1997	Prüfer Breusing, J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 (3.12.1994)